

Na osnovu prikaza sa slike 2 se može konstatovati da dobijena empirijska jednačina dobro pokriva eksperimentalnu krivu u drugom satu osmoze, dok u periodu od prvih 45 minuta predstavlja podcenjene vrednosti.

ZAKLJUČAK

U radu su prezentovani rezultati statističke analize podataka dobijenih merenjima pri osmotskom sušenju kajsije u kontrolisanim uslovima laboratorije. Planom eksperimenta je predviđen način i redosled obavljanja eksperimentalnih jedinica, kao i projektovano kompletno postrojenje za osmotsko i konvektivno sušenje kajsije. Urađena je statistička obrada baze podataka koja se sastojala od srednjih vrednosti trenutnih vlažnosti uzoraka kajsija dobijenih tokom svakih 15 minuta eksperimenta. Disperzionom analizom je potvrđena uticajnost izabranih faktora i njihovih nivoa na osmotsko sušenje kajsije, a regresionom analizom je došlo do empirijskog izraza koji opisuje promenu vlažnosti materijala tokom procesa i koja važi za temperaturu rastvora od 45°C i 55°C, te koncentraciju rastvora od 70% i 85% od koncentracije na liniji zasićenja za date temperature rastvora.

NAPOMENA: Rezultati istraživačkog rada su nastali zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj, Republike Srbije projekta evidencionog broja BTN.4.3.0.0409.B pod nazivom "PROIZVODNJA SUŠENE KAJSIJE" u okviru "Nacionalnog programa biotehnologije i agroindustrije", od 1.04.2002.

LITERATURA

- [1] Babić Ljiljana, Babić, M., Karadžić, B: Sušenje kajsije, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol 6(2002)1-2:1-4.
- [2] Babić, Ljiljana, Babić, M., Pavkov, I.: Kombinovano osmotsko i konvektivno sušenje kajsije, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol 7(2003)1-2, 1-3.
- [3] Babić Ljiljana, Babić, M., Pavkov, I.: Uticajni faktori na promenu vlažnosti pri osmotskom sušenju, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol 30(2004)3-4, 117-126.
- [4] Babić Ljiljana, Babić, M., Pavkov, I.: Nova tehnologija pripreme i sušenja kajsija, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol 29(2004)4, 179-184.
- [5] Martinez-Monzo, J., Martinez-Navarrete, N., Chiralt, A., Fito, P: Osmotic Dehydration of Apple as Affected by Vacuum Impregnation with HM Pectin, Proceedings of the 11th International Drying Symposium (IDS'98), Volume A, Thessaloniki, Greece, 1998, pp. 836-843.
- [6] Raoult-Wack, Anne-Lucie, Guilbert, S., Le Maguer, M., Rios, G: Simultaneous Water and Solute Transport in Shrinking Media - Part 1, Application to Dewatering and Impregnation Soaking Process Analysis (Osmotic Dehydration), Drying Technologies, Vol. 9(1991)No 3, 589-612.
- [7] Reppa, A., Mandala, J., Kostaropoulos, E., Saravacos, D: Influence of Solution Temperature and Concentration on the Combined Osmotic and Air Drying, Proceedings of the 11th International Drying Symposium (IDS'98), Volume A, Thessaloniki, Greece, 1998, pp. 860-867.

Primljeno: 23.03.2004.

Prihvaćeno: 28.03.2004.

Bibliid: 1450-5029 (2004) 8; 1-2; p.3-5
UDK: 633.63:664.292

Originalan naučni rad
Original scientific paper

KALITET HLEBA SA MIKRONIZOVANIM ZRNOM KUKURUZA

QUALITY OF BREAD MADE FROM MICRONISED MAIZE GRAIN

Dr Milica RADOSAVLJEVIĆ¹, dr Nada FILIPOVIĆ², mr Rade JOVANOVIĆ¹, mr Slađana ŽILIC¹

¹Institut za kukuruz »Zemun Polje«, Beograd-Zemun

²Tehnološki fakultet, Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1

REZIME

U ovom radu su prikazani rezultati optimizacije izrade kvalitetnog hleba sa 20% mikronizovanog kukuruza. Hleb sa udelom 20% mikronizovanog zrna sadrži sve biološki vredne sastojke kukuruza, a po senzornim karakteristikama je sličan proizvodima od belog brašna. Mikronizovano brašno doprinosi produženju svežine hleba te omogućuje dužu trajnost proizvoda, a specifičan ukus na kukuruz daje mu posebna svojstva i širi lepezu kvalitetnih pekarskih proizvoda.

Ključne reči: kukuruz, mikronizacija, brašno, hleb.

SUMMARY

This study presents results of production optimisation of high quality bread with 20% of micronised maize. Bread with a share of 20% of micronised grain contains all biologically valuable constituents of maize kernel, while by its sensory properties it is similar to products made of white flour. Micronised flour contributes to a prolong freshness and shelf-life of bread, while a specific taste of maize makes it special and broadens the spectrum of high quality baked goods.

Key words: maize, micronization, flour, bread.

UVOD

Kukuruz je kod nas najznačajnija ratarska kultura ali je i pored visoke nutritivne vrednosti zrna njegovo učešće u ishrani malo (Bekrić 1997). Polazeći od do sada ostvarenih naučnih rezultata, potencijalnih mogućnosti, stanja i potreba na tržištu, a u skladu sa preporukama nutricionista, proizvodnja hleba

promenjene nutritivne vrednosti se smatra izuzetno aktuelnom i atraktivnom (Radosavljević i sar. 2002).

Kukruzi hleb je malo zastupljen na tržištu, pre svega zbog svojih senzornih karakteristika i brzog gubitka svežine. Mikronizacija je savremeni tehnološki kratkotrajan postupak termičke obrade zrna kojim se menjaju osobine zrna i poboljšava se njegova svarljivost (Bekrić i sar. 1999). Mikronizovano kukuruzno brašno sadrži sve vredne sastojke

klice, naročito esencijalne, polinezasićene masne kiseline, a ostali delovi zrna doprinose drugačijem sastavu aminokiselina, mineralnih materija i povećanom sadržaju vlakana koji pozitivno utiču na zdravlje ljudi. Mnoge naučne studije su pokazale da proizvodi od integralnog brašna imaju prednosti nad proizvodima od belog brašna, a redovno konzumiranje hleba i peciva od različitog integralnog zrnevlja može znatno da smanji rizik od razvoja nekih bolesti (Nelson, 2001; Siebel, 2001; Novaković, Mirosavljev, 2002).

U ranije objavljenim radovima ispitivane su mogućnosti korišćenja različitih proizvoda od kukuruza u proizvodnji hleba (Filipović i sar. 1995, Radosavljević i sar. 2003), dok su u ovom radu prikazani rezultati optimizacije izrade kvalitetnog hleba sa 20% mikronizovanog kukuruza.

MATERIJAL I METOD RADA

U Institutu za kukuruz razvijen je tehnološki proces proizvodnje integralnog brašna od mikronizovanog kukuruza specifičnih svojstava, proizvoda kojih nema na domaćem tržištu. Integralno brašno dobijeno je mlevenjem pahuljica mikronizovanog zrna posebno odabranih genotipova kukuruza: crvenog zrna-ZP Rumenka i žutog zrna-ZP 633. Crveno integralno kukuruzno brašno ima poboljšana nutritivna svojstva zbog većeg sadržaja proteina, antocijana i nerastvorljivih vlakana, a žuto zbog većeg sadržaja proteina, karotina, klice i nerastvorljivih vlakana. Brašno dobijeno od mikronizovanog zrna odabranih ZP genotipova kukuruza dodavano je kao zamena za pšenično brašno u količini od 20%.

Tabela 1. Sirovinski sastav eksperimentalnog pečenja u pogonu 1

Probno pečenje	Žuti kukuruz (%)	Crveni kukuruz (%)	Voda (g)	So (%)	Kvasac (%)	Gluten (%)	Dodatak (%)
1	20		68,8	2	4	0	0,6
2	20		70,0	2	4	1	0,4
3	20		72,0	2	4	2	0,4
4	20		74,0	2	4	3	0,4
5		20	72,0	2	4	2	0,4
6		20	74,0	2	4	3	0,4
7		20	72,0	2	4	2	0,6
8		20	72,0	2	4	3	0,6

Tabela 2. Sirovinski sastav eksperimentalnog pečenja u pogonu 2

Probno pečenje	Žuti kukuruz (%)	Crveni kukuruz (%)	Voda (g)	So (%)	Kvasac (%)	Gluten (%)	Dodatak-MAX (%)	Dodatak-DIGO (%)
5/1		20	70,0	2	3	2	0,4	
8/1		20	72,0	2	3	3	0,6	
9		20	72,0	2	3	2	0,4	
10		20	72,0	2	3	2		0,4
11		20	74,0	2	3	3		0,6
12	20		71,0	2	3	1	0,5	
13	20		71,0	2	3	1	0,5	

Za izradu hleba korišćeno je komercijalno belo brašno T-500 proizvođača »Milnpek«, Stara Pazova. Odabrana su dva komercijalna dodatka za hleb: jedan koji je korišćen u prethodnim istraživanjima (MAX, »Progres« Novi Sad) i drugi koji je dao dobre rezultate u proizvodnji belog hleba (DIGO, »PIP« Novi Sad). Rađene su probe sa srednjom (0,4%) i maksimalnom (0,6%) dozom, prema preporuci proizvođača. Korišćene su tri različite količine vitalnog glutena, proizvođača »Fidelinka«, Subotica: 1, 2 i 3% računato na brašno. Na osnovu

rezultata pečenja po navedenom planu odabrane su kombinacije količine glutena i vrste i/ili količine komercijalnog dodatka (tabele 1 i 2). Kvalitet neupakovanog hleba je izražen zapreminom i osobinama sredine (VBS) hleba u periodu 8 do 72 sata nakon pečenja (Kaluderski i Filipović, 1998). Ohlađeni uzorci su zapakovani u PVC vrećice i kvalitet je ocenjivan svakodnevno tokom 7 dana.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ranijih istraživanja kvaliteta hleba sa dodatkom mikronizovanog kukuruza su pokazali da se dobija hleb visokog kvaliteta koji sporije stari i ima izmenjena nutritivna svojstva što je naročito izraženo pri dodatku genotipova sa povećanim sadržajem proteina i klice (Radosavljević i sar. 2003). Cilj ovih istraživanja je bio da se utvrdi dodatak koji najviše poboljšava kvalitet sredine zavisno od primenjenog hibrida, kao i da se formuliše sastav optimalne smeše za izradu hleba sa mikronizovanim kukuruzom.

Rezultati za kvalitet hleba sa mikronizovanim zrnom kukuruza mešenog u pogonu 1 prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Kvalitet hleba sa 20% mikronizovanog kukuruza u pogonu 1

Uzorak	Zap. hleba (ml)	Ocena kvaliteta sredine hleba - VBS			
		8h	24h	48h	72h
Probno pečenje 1	1407	6,5	5,8	4,1	3,8
Probno pečenje 2	1290	6,1	5,6	4,6	3,7
Probno pečenje 3	1163	6,5	5,3	4,0	3,8
Probno pečenje 4	1290	6,5	6,6	6,3	5,6
Probno pečenje 5	1413	6,0	5,8	5,4	4,3
Probno pečenje 6	1462	6,5	5,2	3,9	2,5
Probno pečenje 7	1567	6,5	5,7	4,7	3,5
Probno pečenje 8	1263	6,5	5,9	5,5	3,9

VBS-Vrednosni broj sredine (max ocena 7, min 0)

Vezano za eksperimentalna pečenja u pogonu 1 i dobijene rezultate, kvalitet hleba sa dodatkom 20% žutog mikronizovanog kukuruza, je veoma dobar kod svih kombinacija. S obzirom da je u praksi kvalitet brašna veoma neujednačen, smatramo da je u zames opravdano dodavati 2-3% vitalnog suvog glutena i srednju preporučenu dozu komercijalnog dodatka.

Ispitivanja sa mikronizovanim crvenim kukuruzom su pokazala da je boja sredine nespecifična za kukuruzne proizvode na koje su potrošači navikli, međutim svojstvena je ovom tipu kukuruza i daje proizvod prepoznatljivog izgleda. Kvalitet sredine hleba sa dodatkom crvenog kukuruza može se još više poboljšati primenom komercijalnog dodatka sastava prilagođenog specifičnim zahtevima ovog hibrida. Interesantno je istaći da se razlike u kvalitetu hleba sa različitim hibridima i varijacijama u sirovinskom sastavu javljaju tek kod proizvoda starog 72h. Prema našem iskustvu, nepakovan beli hleb od tipskog brašna uz primenu komercijalnih dodataka u ovako dugom periodu nakon pečenja po senzornim svojstvima ne zadovoljava minimalne kritejume prihvatljivog kvaliteta. Takođe je vredno istaći svežinu sredine hleba (probno pečenje

4) 72h nakon pečenja koja je veoma visoka i za beli hleb star 24h (tabela 3).

U nastavku ispitivanja ponavljena su probe br. 5 i 8, a boja sredine je korigovana primenom enzimski aktivnog sojinog brašna ili primenom komercijalnog dodatka durgačijeg sastava.

Kao i u prethodnom slučaju, kvalitet hleba je ocenjen u nepakovanim uzorcima kao i u uzorcima zapakovanim u termoskupljajuću foliju. Kvalitet hleba sa dodatkom brašna ZP genotipova mikronizovanog kukuruza koji je proizveden u pogonu 2 prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Kvalitet hleba sa 20% mikronizovanog kukuruza u pogonu 2

Uzorak	Zap. hleba (ml)	Ocena kvaliteta sredine hleba - VBS			
		8h	24h	48h	72h
Probno pečenje 5/1	1647	6,3	4,9	3,8	2,9
Probno pečenje 8/1	2107	6,7	5,9	5,0	3,9
Probno pečenje 9	2022	7,0	5,8	5,4	4,3
Probno pečenje 10	1830	6,5	5,6	4,7	3,2
Probno pečenje 11	1920	7,0	5,4	4,2	3,8
Probno pečenje 12	1628	6,5	4,0	3,7	2,9
Probno pečenje 13	1953	6,5	4,0	3,7	2,9

Ponavljena pogonska ispitivanja (tabela 4) su pokazala da se pravilnim izborom dodatnih sirovina i izborom adekvatnog komercijalnog dodatka može poboljšati kvalitet hleba sa 20% crvenog mikronizovanog kukuruza. Izbor komercijalnog dodatka takođe utiče na kvalitet hleba sa dodatkom žutog mikronizovanog kukuruza (probe 12 i 13 iz tabele 4 u poređenju sa probom 4 iz tabele 3), odnosno za svaki hibrid kao i za svako belo brašno, potrebno je utvrditi najoptimalniji sirovinski sastav testa i izabrati najdelotvorniji komercijalni dodatak.

Interesantan je podatak da su upakovani hlebovi 7 dana nakon pečenja, bez obzira na varijacije u sirovinskom sastavu, pokazivali iste karakteristike kao i sredina neupakovanog hleba 72h nakon pečenja. Iako nisu primenjeni konzervansi, plesan se nije javila na upakovanom hlebu.

Proizvodi sa 20% mikronizovanog kukuruza sadrže sve vredne sastojke kukuruzne klice, naročito esencijalne polinezasićene masne kiseline i ostale delove zrna koji doprinose drugačijem sastavu aminokiselina, mineralnih materija i povećanom sadržaju vlakana i jedinstveni su na domaćem tržištu, a predstavljaju dobru osnovu za širenje lepeze kvalitetnih pekarskih proizvoda. Naši dosadašnji rezultati naučnoistraživačkog rada na unapređenju proizvodnje visokovredne hrane na bazi kukuruza dobili su na 40. Međunarodnom jesenjem sajmu u Novom Sadu (24. septembar 2003) visoke nagrade i priznanja za kvalitet:

1. Diplomom sa **zlatnom medaljom** za HLEB SA BIOLOŠKI VREDNIM SASTOJCIMA KUKURUZA ŽUTOG ZRNA i
2. Diplomom sa **srebrnom medaljom** za HLEB SA BIOLOŠKI VREDNIM SASTOJCIMA KUKURUZA CRVENOG ZRNA.

ZAKLJUČAK

Osvojena je proizvodnja novog asortimana pekarskih proizvoda na bazi kukuruza mikronizovanog zrna genotipa ZP Rumenka i ZP 633. Hleb sa udelom 20% mikronizovanog zrna kukuruza pored toga što sadrži sve biološki vredne sastojke zrna kukuruza, po senzornim karakteristikama je sličan proizvodima od belog brašna.

Mikronizovano brašno doprinosi produženju svežine hleba te omogućuje dužu trajnost proizvoda, a specifičan ukus na kukuruz daje posebna svojstva hlebu i širi lepezu kvalitetnih pekarskih proizvoda. Pored toga, hleb sa dodatkom mikronizovanog zrna ZP Rumenka karakteriše prisustvo crvene boje omotača zrna usled prisustva antocijana, a hleb sa dodatkom mikronizovanog zrna genotipa ZP 633 ima veoma privlačnu žutu boju usled prisustva β -karotina, kao važnih prirodnih antioksidanasa.

Proizvodi upakovani u termoskupljajuću foliju su sedmog dana nakon pečenja po kvalitetu bili identični neupakovanom proizvodu starom tri dana, a bez dodatka konzervansa u prolećnom periodu, hleb nije pokazivao znake plesnivosti niti paučljivosti.

NAPOMENA: Autori se zahvaljuju Ministarstvu za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije za finansijsku pomoć pri izradi ovog rada (evidencioni broj projekta BTN.2.1.2.0708.B).

LITERATURA

- [1] Bekrić, V.: Upotreba kukuruza, Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd-Zemun, 1997.
- [2] Bekrić V., I. Božović, Radosavljević M., R. Jovanović, S. Žilić: Tehnologija mikronizacije u proizvodnji hrane od žita, PTEP, Novi Sad, 3, 1999. 3-4:76-79.
- [3] Filipović N., G. Kaluđerski, J. Šuster: Primena proizvoda od kukuruza u proizvodnji hleba, Monografija Savetovanja Hrana '95. Kvalitet i upravljanje promenama. Savez inženjera i tehničara, Novi Sad, 1995, 33-43.
- [4] Kaluđerski G., Filipović N.: Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1998.
- [5] Nelson, A.: High-Fiber Ingredients, Eagan Press, St. Paul Minn, 2001.
- [6] Novaković B., Miroslavljević M.: Higijena ishrane, Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, Novi Sad, 2002.
- [7] Radosavljević M., I. Božović, R. Jovanović, V. Bekrić, S. Žilić, D. Terzić: Visokovredna hrana i novi tehnički proizvodi na bazi kukuruza i soje, PTEP, Novi Sad, 6, 2002. 1-2:54-60.
- [8] Radosavljević M., N. Filipović, I. Božović, R. Jovanović: Mogućnosti korišćenja različitih ZP genotipova kukuruza u proizvodnji hleba, PTEP, Novi Sad, 7, 2003. 1-2:20-22.
- [9] Seibel W.: Funkcionalne namirnice na bazi žita, Prevod, Žito hleb, 28, 2001, 3, 59-64.

Primljeno: 26.03.2004.

Prihvaćeno: 27.03.2004.